

SKRIPSI
ANALISIS PENGENDALIAN TEKANAN DAN LEVEL AIR
BERBASIS PLC TERHADAP EFISIENSI ENERGI LISTRIK
PADA DUA UNIT BOILER DI PT INDOFOOD CBP SUKSES
MAKMUR TBK TANJUNG API-API



Diajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik
di program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang

Dipersiapkan dan Disusun Oleh

GATRA WANARA SETA

132021067

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2025

SKRIPSI
ANALISIS PENGENDALIAN TEKANAN DAN LEVEL AIR BERBASIS
PLC TERHADAP EFISIENSI ENERGI LISTRIK PADA DUA UNIT
BOILER DI PT INDOFOOD CBP SUKSES MAKMUR TBK TANJUNG
API-API



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan di depan dewan penguji
20 Agustus 2025

Dipersiapkan dan Disusun Oleh
GATRA WANARA SETA
132021067

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing 1

Taufik Barlian, S.T., M.Eng
NIDN.0218017202

Penguji 1

Dr. Bengawan Alfaresi, S.T., M.T
NIDN.0205118504

Pembimbing 2

Asri Indah Lestari, S.T., M.T
NIDN.0230129701

Penguji 2

Muhammad Hurairah, S.T., M.T
NIDN.0218017202

Menyetujui

Dekan Fakultas Teknik

Ir. A. Junaidi, M.T
NIDN.0202026502

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Elektro

Dr. Feby Ardiyanto, S.T., M.Cs
NIDN.0207038101

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.

Palembang, 20 Agustus 2025

Yang membuat pernyataan



GATRA WANARA SETA

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan Syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat, Karunia, dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Skripsi ini dengan baik. Tak lupa juga Shalawat serta salam kita junjungkan kepada Nabi besar kita, Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, para sahabat dan pengikutnya hingga akhir zaman. Proposal Skripsi yang berjudul : “ANALISIS PENGENDALIAN TEKANAN DAN LEVEL AIR BERBASIS PLC SERTA PEMANFAATAN EFISIENSI ENERGI LISTRIK PADA DUA UNIT BOILER DI PT INDOFOOD CBP SUKSES MAKMUR TBK TANJUNG API-API”

Penulisan proposal skripsi ini guna untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar S-1 atau Sarjana Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini berkat bimbingan, pengarahan, serta nasehat yang sangat berharga. Maka dari itu kesempatan pada kali ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Taufik Barlian, S.T., M.Eng, selaku Pembimbing 1
2. Ibu Asri Indah Lestari, S.T., M.T selaku Pembimbing 2

Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah berperan dan membantu penulis untuk menyelesaikan skripsi ini, yaitu :

1. Bapak Prof. Dr. Abid Djazuli, S.E., M.M, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang.
2. Bapak Ir. A. Junaidi, M.T, Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
3. Bapak Dr. Feby Ardianto, S.T., M.Cs, Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
4. Bapak Muhammad Hurairah, S.T., M.T, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
5. Bapak dan Ibu Staf Dosen pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

6. Bapak dan Ibu Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
7. Ayah dan ibu yang selalu ada memberikan doa, semangat dan dorongan supaya dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.
8. Keluarga, sahabat, dan orang - orang yang sangat saya sayangi yang telah memberikan bantuan dan dukungan serta motivasi.
9. Rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang dan semua pihak yang banyak membantu penyusunan skripsi ini.

Semoga Allah SWT. Membalas budi baik kalian yang telah diberikan dalam penyelesaian skripsi ini. Semoga bimbingan, saran dan partisipasi yang telah diberikan akan bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Palembang, 15 April 2025

GATRA WANARA SETA
132021067

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis sistem pengendalian tekanan dan level air berbasis Programmable Logic Controller (PLC) terhadap efisiensi energi listrik pada dua unit boiler kapasitas 10,5 ton/jam dan 21 ton/jam di PT Indofood CBP Sukses Makmur Tbk Tanjung Api-Api. Metode penelitian yang digunakan adalah kuantitatif deskriptif dengan pengumpulan data melalui observasi langsung, dokumentasi log sheet, dan pengukuran kinerja pompa feedwater. Hasil penelitian menunjukkan bahwa optimasi logika kontrol PLC yang terintegrasi dengan sensor level air dan tekanan mampu menurunkan konsumsi energi listrik pompa feedwater secara signifikan. Pada boiler 10,5 ton diperoleh penghematan sebesar 108 kWh/hari (efisiensi 30%), sedangkan pada boiler 21 ton penghematan mencapai 72 kWh/hari (efisiensi 20%). Efisiensi termal kedua boiler tetap sama, yaitu 70,16%, yang menandakan bahwa optimasi listrik tidak menurunkan performa termal sistem. Sistem pengendalian otomatis berbasis PLC terbukti efektif menjaga kestabilan parameter operasi, meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik, dan mengurangi waktu operasi pompa yang tidak diperlukan.

Kata Kunci: Boiler, PLC, Tekanan, Level Air, Efisiensi Energi Listrik, Efisiensi Termal.

ABSTRACT

This study analyzes pressure and water level control based on a Programmable Logic Controller (PLC) toward electrical energy efficiency in two boiler units with capacities of 10.5 tons/hour and 21 tons/hour at PT Indofood CBP Sukses Makmur Tbk Tanjung Api-API. The research applied a descriptive quantitative method, collecting data through direct observation, operational log sheet documentation, and feedwater pump performance measurement. The results show that optimizing PLC control logic integrated with water level and pressure sensors significantly reduced feedwater pump electricity consumption. In the 10.5-ton boiler unit, energy savings reached 108 kWh/day (30% efficiency), while in the 21-ton unit, savings reached 72 kWh/day (20% efficiency). The thermal efficiency of both boilers remained constant at 70.16%, indicating that electrical optimization did not reduce the system's thermal performance. PLC-based automatic control proved effective in maintaining operational parameter stability, improving electrical energy efficiency, and reducing unnecessary pump operating time.

Keywords: *Boiler, PLC, Pressure, Water Level, Electrical Energy Efficiency, Thermal Efficiency.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan Penelitian	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Sistem Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Boiler	4
2.1.1 Komponen Utama Boiler.....	5
2.2 Parameter Penting dalam Sistem Boiler.....	10
2.2.1 Tekanan uap (<i>Steam Pressure</i>)	11
2.2.2 Level Air (<i>Water Level</i>)	11
2.3 Sistem Kendali Otomatis	12
2.3.1 Komponen utama sistem kendali terdiri dari.....	12
2.4 <i>Programmable Logic Controller (PLC)</i>	13
2.4.1 Aplikasi PLC dalam Sistem Boiler.....	13
2.4.2 Struktur Dasar PLC	13
2.5 Sensor dan Aktuator dalam Sistem Boiler.....	14
2.6 Efisiensi Energi Listrik	15

2.6.1	Konsumsi Energi Listrik.....	15
2.7	Efisiensi Energi Listrik	16
2.8.	Energi Output Boiler.....	16
2.9.	Energi Input Boiler	17
2.10.	Efisiensi Termal Boiler	17
2.11	Konsumsi Energi per Uap	18
BAB 3 METODE PENELITIAN		19
3.1	Tempat dan Waktu	19
3.2	Flowchart Penelitian	19
3.2.1	Metode Pengambilan Data.....	19
3.3	Alat dan Bahan.....	21
3.5	Ladder Diagram.....	22
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		29
4.1.	Data Spesifikasi	29
4.1.1.	Data Teknis Sistem dan Spesifikasi Pompa	29
4.2.	Data Daya dan Durasi Waktu Pemakaian Pompa	30
4.3	Analisis Konsumsi Energi Listrik Boiler 10.5 Ton	31
4.3.1.	Perhitungan Boiler 10.5 Ton.....	31
4.4.	Analisis Konsumsi Energi Listrik Boiler 21 Ton	32
4.5.	Perhitungan Efisiensi Termal Boiler 10.5 Ton	34
4.5.1.	Perhitungan Boiler 10.5 Ton.....	35
4.6.	Perhitungan Efisiensi Termal Boiler 21 Ton.....	37
4.6.1.	Perhitungan Efisiensi Termal Boiler 21 Ton.....	37
4.7.	Konsumsi Energi Per Uap.....	39
4.8	Hasil Pembahasan	40
BAB 5 KESIMPULAN.....		42
5.1	Kesimpulan	42
5.2	Saran	42
DAFTAR PUSTAKA		43
LAMPIRAN.....		45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Water Tube Boiler.....	4
Gambar 2. 2 Drum Boiler.....	5
Gambar 2. 3 Burner boiler.....	6
Gambar 2. 4 Pipa Pemanas pada Boiler	7
Gambar 2. 5 Super Heater pada Boiler.....	7
Gambar 2. 6 Economizer pada Boiler Water Tube	8
Gambar 2. 7 Pompa Feed Water Boiler	9
Gambar 2. 8 Control Valve Boiler	9
Gambar 2. 9 Safety Valve dan Pressure Gauge pada Boiler	10
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian	19
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian	20
Gambar 3. 3 Blok Diagram Sistem Pengendalian	21
Gambar 3. 4 Ladder diagram Network 1-2.....	22
Gambar 3. 5 Ladder Diagram Network 3-4.....	23
Gambar 3. 6 Ladder Diagram Network 5-6.....	24
Gambar 3. 7 Ladder Diagram Network 7-8.....	24
Gambar 3. 8 Ladder Diagram Network 9-10.....	25
Gambar 3. 9 Ladder Diagram Network 11-12.....	25
Gambar 3. 10 Ladder Diagram Network 13-14.....	26
Gambar 3. 11 Ladder Diagram 15-16.....	26
Gambar 3. 12 Ladder Diagram Network 17-18.....	27
Gambar 3. 13 Ladder Diagram Network 19-20.....	27

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Spesifikasi Pompa Air Umpan.....	29
Tabel 4. 2 Spesifikasi Boiler.....	30
Tabel 4. 3 Pemakaian Harian Pompa.....	30
Tabel 4. 4 Data Optimasi PLC Boiler 10.5 Ton.....	31
Tabel 4. 5 Data Optimasi PLC BOiler 21 Ton.....	33
Tabel 4. 6 Data Operasional Boiler 10.5 ton	35
Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan	36
Tabel 4. 8 Data Operasional Boiler 21 Ton	37
Tabel 4. 9 Hasil Perhitungan Boiler 21 Ton	38
Tabel 4. 10 Perhitungan Konsumsi Energi per Uap.....	40

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT Indofood CBP Sukses Makmur TBK merupakan industri perusahaan terkhususnya bergerak dalam bidang produksi makan dan minuman dengan skala besar. Boiler merupakan salah satu komponen penting di dalam industri yang sangat dibutuhkan, berfungsi untuk menghasilkan uap yang diperlukan sebagai pemanasan ataupun sebagai sterilisasi. Penggunaan boiler di PT Indofood CBP Sukses Makmur TBK berperan penting dalam memastikan kontinuitas produksi yang dihasilkan dan mengurangi biaya operasional penggunaannya. Salah satu aspek yang berperan penting dalam pengoperasian boiler ini ialah pengendalian tekanan dan level air pada boiler. Demi menjaga kestabilan operasi boiler ini, parameter tekanan dan level air harus dikendalikan secara baik dan secara presisi yang secara langsung dapat mempengaruhi kinerja dan efisiensi pada boiler (Latif, 2023).

Seiring berjalannya waktu, teknologi berkembang sangat pesat terutama pada sistem pengontrolan yang dimana salah satu penggunaan paling sering digunakan di industri yaitu *Programmable Logic Controller* (PLC). PLC ini menjadi pilihan utama sebagai pengendali pada sebuah sistem. Dengan sistem ini, parameter utama tekanan dan level air dapat dikendalikan secara otomatis yang mampu meningkatkan efisien sistem serta menjadi pendukung untuk pemanfaatan energi listrik. Pengendalian tekanan dan level air pada boiler harus benar-benar dilakukan dengan presisi bertujuan untuk mencegah terjadinya kondisi yang dapat membahayakan, seperti kelebihan tekanan yang dapat mengakibatkan kerusakan pada sistem, atau terlalu rendahnya level air yang mengakibatkan juga kerusakan pada elemen-elemen penting pada boiler (T. W. O. Putri et al., 2021)

Disisi lain, efisiensi energi listrik menjadi fokus utama, terutaman dengan meningkatnya biaya energi dan kebutuhan listrik. Namun, efisiensi tidak hanya diukur dari kestabilan proses, tetapi juga dalam bentuk seberapa hemat energi listrik yang digunakan oleh sistem kendali. Komponen seperti pompa dikendalikan

oleh PLC dan membutuhkan suplai daya listrik selama pengoperasian berlangsung. Jika logika kontrol bekerja kurang optimal, maka pompa bisa terlalu sering menyala terlalu lama yang mengakibatkan pemborosan energi. Penghematan energi pada sistem boiler dapat dicapai melalui pengaturan parameter operasi yang lebih optimal, seperti rasio udara pembakaran dan waktu kerja pompa, guna menurunkan konsumsi energi listrik secara signifikan (Saidah et al., 2022).

Di PT Indofood CBP Sukses Makmur TBK, terdapat dua unit boiler yang beroperasi dengan kapasitas berbeda, yaitu 10.5 ton dan 21 ton. Kedua boiler ini memiliki sistem kendali berbasis PLC, namun dengan kondisi beban kerja dan kapasitas uap yang tidak sama. Perbedaan ini menjadi acuan yang menarik untuk dianalisis, karena dapat mempengaruhi sistem kendali dari kinerja pada boiler tersebut. Oleh karena itu, diperlukan analisis sistem kendali yang tidak hanya mencakup pada performa pengendalian tekanan dan level air, tetapi juga seberapa efisien sistem tersebut dalam menggunakan energi listrik.

Melalui penelitian ini, diharapkan dapat memberikan pemahaman dan gambaran yang lebih jelas tentang bagaimana performa sistem kendali berbasis PLC pada kedua unit boiler ini, serta dapat memberikan evaluasi terhadap efisiensi penggunaan energi listrik berdasarkan data *log sheet* operasional di lapangan.

1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Menganalisis sistem pengendalian tekanan dan level air berbasis PLC pada kedua unit boiler dengan kapasitas yang berbeda di PT Indofood CBP Sukses Makmur TBK
2. Menilai pengaruh pengendalian tekanan dan level air terhadap kinerja kedua unit boiler serta mengevaluasi efisien penggunaan energi listrik berdasarkan sistem kendali otomatis

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini hanya membahas pengendalian tekanan dan level air serta efisiensi energi konsumsi listrik yang dikendalikan oleh PLC pada 2 unit boiler dengan kapasitas 10.5 ton dan 21 ton.

1.4. Sistem Penulisan

Adapun penulisan yang digunakan untuk skripsi ini adalah sebagai berikut

1. BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan skripsi.

2. BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas teori yang mendukung penulisan skripsi. tentang penjelasan boiler, jenis-jenis pada boiler, PLC, serta efisiensi energi listrik dll.

3. BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang metode penelitian yang digunakan dalam penulisan skripsi, waktu dan lokasi penelitian, objek penelitian, teknik pengumpulan data, serta metode analisis data yang akan digunakan.

4. BAB 4 DATA DAN ANALISA

Bab ini membahas proses pengujian, pengolahan, dan hasil pengolahan data.

5. BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan membahas kesimpulan dan saran dalam penelitian

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, K. F., Budi, E. S., & Yulianto, Y. (2021). Kontrol PID Pada Steam Mini Plant Boiler Menggunakan PLC dan HMI. *Jurnal Elektronika Dan Otomasi Industri*, 7(3), 2. <https://doi.org/10.33795/elkolind.v7i3.201>
- Aprilia, D., & Hardjono, H. (2023). Penentuan Efisiensi Boiler Dengan Menggunakan Metode Langsung Di Pt X Lumajang. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 7(2), 421–426. <https://doi.org/10.33795/distilat.v7i2.237>
- Dr.Eng Syahril Ardi, ST, MT Sirin Fairus, STP, M. S. S. (2020). *Perancangan Sistem Kendali Proses Instalasi Pengolahan Air Limbah Buangan Boiler*.
- Ilyas, R. P., & Nurdiansari, H. (2025). *Rancang Bangun Sistem Kendali Suhu dan Level Air pada Boiler di Kapal Tanker Menggunakan Outseal PLC dan HMI*. 4.
- Latif, A. (2023). Analisis Efisiensi Bahan Bakar Boiler Untuk Pemanasan Sitem Uap Pada Industri Perikanan di PT. Dua Putra Utama Makmur Tbk. *Science And Engineering National Seminar*, 8(8), 224–234.
- Maharani, D. A., Naryono, E., & Eko, A. (2023). Perhitungan Efisiensi Pada Boiler di PT. PLTU Tanjung Awar-Awar. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 7(2), 414–420. <https://doi.org/10.33795/distilat.v7i2.232>
- Putri, H. A., Budi, E. S., & Dewatama, D. (2021). Aplikasi PID Controller Pada Pengaturan Suhu Boiler Dengan Menggunakan PLC Dan HMI. *Jurnal Elektronika Dan Otomasi Industri*, 7(1), 85. <https://doi.org/10.33795/elkolind.v7i1.184>
- Putri, T. W. O., Mowaviq, M. I., & Hajar, I. (2021). Rancang Bangun Sistem Kendali Level Air Berbasis Programmable Logic Controller dan Human Machine Interface. *Kilat*, 10(2), 272–279. <https://doi.org/10.33322/kilat.v10i2.1315>
- Safitri, L., & Sriana, T. (2024). *ANALISIS PERFORMA KINERJA BOILER A MENGGUNAKAN*. 4(November), 587–594.
- Saidah, K., Barus, D. S., & Razak, A. (2022). Analisis Peluang Penghematan Energi Pada Boiler Dengan Kapasitas 40 Ton/Jam Di Pks Aek Loba Pt. Socfin Indonesia. *SINERGI POLMED: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 3(1), 45–54. <https://doi.org/10.51510/sinergipolmed.v3i1.704>
- Saputra, A., Putra, F. P., Tahdid, Manggala, A., & Zurohaina. (2020). Pengaruh Level Ketinggian Air Terhadap Effisiensi Thermal Pada Cross Section Water

Tube Boiler Menggunakan Gas Dan Solar Produksi Saturated Steam Proses Kontinyu. *Jurnal Kinetika*, 11(2), 50–54.
<https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/kimia/article/view/3090>

Petruzella, Frank D. 2001. *PLC Programming: Methods and Applications*. 2nd ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.